

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Tomohei SUGIYAMA; Kyoichi KINOSHITA; Takashi YOSHIDA; Hidehiro KUDO;  
Katsufumi TANAKA and Eiji KONO

Serial No.: TBA Group Art Unit: TBA

Filed: Herewith Examiner: TBA

For: SEMICONDUCTOR MODULE AND PLATE-SHAPED LEAD

Customer No.: 27123

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY**

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan  
In the names of: KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI  
Serial No(s): 2002-291214  
Filing Date(s): October 3, 2002

Application(s) filed in: Japan  
In the names of: KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI  
Serial No(s): 2002-291217  
Filing Date(s): October 3, 2002

Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submits a duly certified copy of each of said foreign applications herewith.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: October 3, 2003

By:   
Steven F. Meyer  
Registration No. 35,613

Correspondence address:  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日      2002年10月  3日  
Date of Application:

出願番号      特願2002-291217  
Application Number:

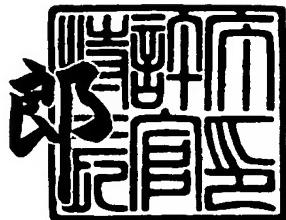
[ST. 10/C] : [JP2002-291217]

出願人      株式会社豊田自動織機  
Applicant(s):

2003年 7月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一



出証番号 出証特2003-3055220

【書類名】 特許願  
【整理番号】 P000013374  
【提出日】 平成14年10月 3日  
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿  
【国際特許分類】 H01L 21/60  
【発明の名称】 半導体モジュールおよび板状リード  
【請求項の数】 6  
【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内  
【氏名】 吉田 貴司  
【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内  
【氏名】 木下 恭一  
【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内  
【氏名】 杉山 知平  
【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内  
【氏名】 田中 勝章  
【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内  
【氏名】 工藤 英弘

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

**【氏名】** 河野 栄次

**【特許出願人】**

**【識別番号】** 000003218

**【氏名又は名称】** 株式会社豊田自動織機

**【代表者】** 石川 忠司

**【代理人】**

**【識別番号】** 100081776

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 大川 宏

**【電話番号】** (052)583-9720

**【手数料の表示】**

**【予納台帳番号】** 009438

**【納付金額】** 21,000円

**【提出物件の目録】**

**【物件名】** 明細書 1

**【物件名】** 図面 1

**【物件名】** 要約書 1

**【プルーフの要否】** 要

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体モジュールおよび板状リード

【特許請求の範囲】

【請求項 1】基板と、

該基板上に搭載されると共に該基板の反対側の面に電極を有する半導体素子と

該電極を該半導体素子の外部にある配線部に接続する板状リードとからなる半導体モジュールであって、

前記板状リードは、前記電極に接合される電極接合部と、

前記配線部に接合される配線接合部と、

該電極接合部と該配線接合部との間の少なくとも一部に設けられ周囲よりも低剛性な低剛性部とを備えることを特徴とする半導体モジュール。

【請求項 2】前記板状リードは、前記半導体素子および前記配線部を支持する支持体と、熱膨張量が異なる請求項 1 に記載の半導体モジュール。

【請求項 3】前記板状リードは、銅 (Cu) を主成分とする Cu 材からなり、前記支持体は、アルミニウム (Al) を主成分とする Al 材からなる請求項 2 に記載の半導体モジュール。

【請求項 4】前記支持体は、前記基板からなる請求項 3 に記載の半導体モジュール。

【請求項 5】前記低剛性部は、薄肉部、狭幅部、ベローズ部、エキスパンド部、低ヤング率材部の少なくとも 1 種以上からなる請求項 1 に記載の半導体モジュール。

【請求項 6】基板上に搭載される半導体素子の該基板の反対側の面に設けられた電極を、該半導体素子の外部にある配線部に接続する板状リードであって、

前記電極に接合される電極接合部と、

前記配線部に接合される配線接合部と、

該電極接合部と該配線接合部との間の少なくとも一部に設けられ周囲よりも低剛性な低剛性部とを備えることを特徴とする板状リード。

【発明の詳細な説明】

**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、半導体素子の組付性（配線性）や信頼性を向上させ得る半導体モジュールおよびその配線に使用される板状リードに関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

半導体素子の電極と外部端子等との接続は、従来、ワイヤボンディングにより行われることが多かった。このワイヤボンディングは、アルミニウムワイヤを、接合相手である電極等に押圧しつつ超音波を印加して行われる。この際、接合される両部材間の酸化膜が除去され、新生面が露出して両部材は溶着される。

ところが、このワイヤボンディングは、接合面への荷重および超音波の印加によるため、半導体素子の破壊や耐圧低下を招き易い。また、ワイヤと電極等との接合面が僅かであるため、温度サイクルに伴って、その接合部にクラックや剥離を生じるおそれもある。さらに、一本あたりのワイヤの通電容量は少ないため、大電力用の半導体素子の接合には、多数のワイヤが必要となり、ワイヤボンディング工程に多くの時間がかかり、生産性の向上を図れない。

そこで、ワイヤ等の線状の配線材（リード）に替り、板状リードを使用することが多数提案されている。これに関連した公報として、下記のようなものを挙げることができる。

**【0003】****【特許文献1】**

特開平6-268027号公報

**【特許文献2】**

特開2000-277558号公報

**【特許文献3】**

特開2002-43508号公報

**【0004】****【発明が解決しようとする課題】**

しかし、板状リードはワイヤ等の線状リードに比較して幅広であるため、両者

が同じ材質であったとしても、その分、形状的に剛性が大きくなってしまう。このため、ワイヤのように適宜引き伸しつつ電極間を接合することが難しく、予め、接合部材間に適合した形状に成形しておく必要がある。しかも、その際に電極等に余分な応力が係らないように、高精度な成形が要求される。その結果、板状リードを使用すると、生産性が低下したり、コスト高となったりする。

#### 【0005】

また、半導体素子は使用により高温となり、その周囲にある基板やリード等も高温となる。特に、その半導体素子がパワー素子の場合、発熱量も多く、周辺部材も相当高温となる。このとき、板状リードにより接合される両端間（例えば、半導体素子の電極と外部端子間）の熱膨張と、その板状リード自体の熱膨張とに相違が生じると、その熱膨張差に応じた応力が板状リードおよびその接合部に作用する。従って、板状リードを使用しても、やはり接合部でクラックや剥離等を生じ得るおそれがある。

#### 【0006】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものである。すなわち、板状リードを用いて半導体素子の配線を行う場合に、組付性や信頼性を向上させることができる半導体モジュールを提供することを目的とする。また、それに適した板状リードを提供することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段および発明の効果】

本発明者は、この課題を解決すべく銳意研究し、試行錯誤を重ねた結果、組付性の悪化や熱膨張差に伴う信頼性の低下の要因を抑制、解消する板状リードを思いつき、以下の本発明を完成させるに至った。

(半導体モジュール)

本発明の半導体モジュールは、基板と、該基板上に搭載されると共に該基板の反対側の面に電極を有する半導体素子と、該電極を該半導体素子の外部にある配線部に接続する板状リードとからなる半導体モジュールであって、

前記板状リードは、前記電極に接合される電極接合部と、前記配線部に接合される配線接合部と、該電極接合部と該配線接合部との間の少なくとも一部に設け

られ周囲よりも低剛性な低剛性部とを備えることを特徴とする（請求項1）。

#### 【0008】

本発明の半導体モジュールは、先ず、板状リードを使用して半導体素子の電極配線を行うため、前述したワイヤボンディングの場合のような不都合がない。

次に、この板状リードが、低剛性部を備えることにより、ワイヤボンディングを行った場合以上に、組付性（配線性）や信頼性が向上する。

組付性が向上するのは、板状リードの低剛性部で、板状リードが変形し易くなるからである。つまり、板状リードが必ずしも高精度に成形されていなかったり、接合位置が僅かにずれたりしても、板状リードの低剛性部が変形して、接合位置のずれ等を容易に吸収し得るからである。その低剛性部は変形し易いため、その変形に要する荷重も低く、その変形によって板状リードに作用する応力も小さい。

#### 【0009】

低剛性部を設けることで信頼性が向上するのも、その部分で板状リードが変形し易くなるからである。板状リードが接合される両接合部間にある相手側の熱膨張量と板状リード自体の熱膨張量とは、通常、差を生じることとなる。このとき、その熱膨張差が板状リードの低剛性部の変形により大きく吸収、緩和され、板状リード全体に作用する応力が低減される。その結果、板状リードの接合部に作用する熱応力も当然に低減されて、その部分でのクラックや剥離が十分に抑制されることとなる。

#### 【0010】

（板状リード）

本発明は、上記半導体モジュールに限らず、上記板状リード自体として把握しても良い。

すなわち、本発明は、基板上に搭載される半導体素子の該基板の反対側の面に設けられた電極を、該半導体素子の外部にある配線部に接続する板状リードであって、

前記電極に接合される電極接合部と、前記配線部に接合される配線接合部と、該電極接合部と該配線接合部との間の少なくとも一部に設けられ周囲よりも低剛

性な低剛性部とを備えることを特徴とする板状リードとしても良い（請求項6）。

### 【0011】

#### 【発明の実施の形態】

実施形態を挙げて、本発明をより詳しく説明する。なお、以下の内容は本発明の半導体モジュールにも板状リードにも適宜該当する。

##### （1）板状リード

「板状」リードは、厚さ $t$ に対して幅 $w$ の大きいリードである。具体的な寸法は問わないが、通常、その幅 $w$ は、板状リードが接合される半導体素子の電極と同程度である。勿論、その幅 $w$ を狭くして、一つの電極あたりに複数本の板状リードを設けるようにしても良い。

### 【0012】

その板状リードの低剛性部の「変形」には、伸び、縮み、ねじり、さらにはそれらの複合変形等、あらゆる変形が含まれる。これらの各種変形に応じて、剛性は引張圧縮剛性、曲げ剛性、ねじり剛性等を意味することとなる。低剛性部は、板状リードの形状を工夫して形成しても良いし、その部分の材質構成を変更して形成しても良し、両者を組合わせても良い。

### 【0013】

例えば、形状により低剛性部を形成する場合、板状リードの一部に、接合部等よりも板厚の薄い薄肉部や、接合部等よりも板幅の狭い狭幅部や、蛇腹状のベローズ部や、網目状のエキスパンド部を設けたりすると良い。材質変更により低剛性部を形成する場合、板状リードの中間に接合部等よりもヤング率の小さい材料を使用してそこを低ヤング率材部としたり、逆に、接合部にヤング率の大きな材質を使用して、結果的に、その中間を低ヤング率材部としても良い。

### 【0014】

このような板状リードは、Cu板等をプレス加工することで用意に製造可能である。

なお、板状リードは、インバー合金等を内包した積層材や複合材であっても良い。例えば、インバー合金を板状リードの電極接合部に内包させると、その部分

における熱膨張量差を小さくできるので、一層、接合部における信頼性を向上させることができる。

### 【0015】

#### (2) 半導体素子

半導体素子は、その種類、形状、規格、大きさ等は問わないが、板状リードによって接合される電極を備えることは言うまでもない。例えば、半導体素子が（パワー）MOSFET、（パワー）IGBT等の場合、その電極は、ソース、エミッタ、ドレイン、コレクタおよび制御電極（ゲート）等となる。いずれの電極を基板上の配線層等に接合するかによって、板状リードに接合される電極も異なる。例えば、基板の配線層上にドレイン電極をはんだ付けした場合、ソース電極および／またはゲート電極が、その基板上の配線層や外部端子と板状リードで連結されることとなる。この場合、電流量の多いソース電極のみ板状リードで接合し、ゲート電極をワイヤボンディングしても良い。

### 【0016】

#### (3) 基板

基板は、セラミック基板でもメタル基板でも良く、適宜、その片面または両面に配線層を備える。配線層は、例えば、Cu配線層でもAl配線層でも良い。いずれにしても基板の種類や形状、配線層の形態等を問わない。

### 【0017】

本発明で、半導体素子が基板に「搭載」されたのは、基板の配線層に半導体素子が直接実装される場合でも、それらの間にヒートスプレッダ等の他部材が介在している場合でも良いことを意味する。この基板には、通常、放熱のためのヒートシンクや放熱板等が接合されていることが多い。この放熱板は、半導体モジュールの筐体等と兼用でも良い。

### 【0018】

#### (4) 配線部

配線部は、半導体素子の外部にあり、板状リードによって半導体素子の電極と接合されるものである。配線部は、外部端子からなっても良いし、基板の配線層上にあっても良い。この配線部が設けられる基板は、板状リードによって接続さ

れる半導体素子が搭載される基板とは別物でも良い。

### 【0019】

#### (5) 支持体

支持体は、半導体素子および配線部を支持するものである。配線部が半導体素子の搭載される基板上にある場合は、その基板が支持体となる。その他、基板を搭載するヒートシンク、放熱板、筐体等を支持体としても良い。このように支持体は、半導体素子および配線部を支える土台となるものである。

### 【0020】

ところで、上記支持体も板状リードも、半導体素子から受熱して高温となり、熱膨張する。このとき、両者に使用される材料の熱膨張率差や温度分布の相違によって、両者の熱膨張量は通常異なる。

仮に、板状リード側の熱膨張量が支持体側の熱膨張量よりも小さい場合、半導体素子の発熱に伴って板状リードには引張力が作用する。この引張力によって、本発明の板状リードの低剛性部は、その周辺部よりも大きく歪み、その低剛性部で、熱膨張量差が主に吸収される。そして、板状リード全体に作用する引張応力が全体的に緩和される。その結果、最終的に板状リードの電極接合部等に作用する応力も緩和され、温度サイクル等に伴う電極接合部等のクラックや剥離が抑制、防止される。この一例として、板状リードがCuを主成分とするCu材からなり、支持体がAlを主成分とするAl材からなる場合がある。なお、本発明で「主成分とする」とは、純金属でもその合金でも良いという意味である。

勿論、板状リード側の熱膨張量が支持体側の熱膨張量よりも大きい場合、圧縮応力が板状リードに作用することとなるが、本質的に上記場合と同じである。

### 【0021】

#### (6) 用途

本発明の半導体モジュールは、その用途が限定されるものではないが、高信頼性が求められる機器に適する。特に、パワーエレクトロニクス用半導体素子を搭載し、温度変化（温度サイクル）等の使用環境変化が激しい機器（例えば、車載用機器）に本発明の半導体モジュールは適する。

### 【0022】

### 【実施例】

実施例を挙げて、より詳細に本発明を説明する。

#### (第1実施例)

本発明に係る第1実施例である半導体モジュール100は、三相誘導電動機（三相モータ）の駆動制御用のインバータ装置に使用されるものである。図1は、半導体モジュール100の要部断面図である。

半導体モジュール100は、素子側金属ベース配線基板10と、半導体素子20と、板状リード30と、端子側金属ベース配線基板40と、放熱体50とからなる。

#### 【0023】

素子側金属ベース配線基板10は、半導体素子20が表面実装されるものである。この素子側金属ベース配線基板10は、A1製ベース基板11と、この両面に絶縁層12、14を介して張られたCu製の配線層13、15とからなる。なお、素子側金属ベース配線基板10が放熱体50にはんだ接合等される限り、絶縁層14および配線層15を省略しても良い。

半導体素子20は、本体21の下面にドレイン電極22、その上面にソース電極23およびゲート電極（図示せず）を備えたIGBT素子である。

#### 【0024】

板状リード30は、薄い銅板をプレス成形した短冊上の配線部材であり、端部に電極接合部31および端子接合部（配線接合部）32と、その略中央に円弧状に屈曲した低剛性部33とを備える。低剛性部33は、電極接合部31、端子接合部32等に比較して薄く成形された薄肉部からなる。具体的には、低剛性部33の厚さは0.15mmであり、その他の厚さは0.3mmである。なお、本実施例では、板状リード30の幅をソース電極23に合わせて7mmとした。また、板状リード30はCu製としたが、A1製やインバー合金を内包した積層材等を用いても良い。このとき、表面にNiめっきやAuめっき等を施してはんだ濡れ性を向上させると良い。

#### 【0025】

さらに、図1に示した板状リード30は、低剛性部33が外側（上側）に突出

しているが、これを内側（下側）に突出させると半導体モジュール100の全高が低くなり、その小型化を図れる。

#### 【0026】

端子側金属ベース配線基板40は、外部端子を構成するものであり、素子側金属ベース配線基板10と同様、Al製ベース基板41と、この両面に絶縁層42、44を介して張られたCu製の配線層43、45とからなる。この場合も、端子側金属ベース配線基板40が放熱体50にはんだ接合等される限り、絶縁層44および配線層45を省略しても良い。

放熱体50は、Al合金製のヒートシンクであるが、この放熱体50は半導体モジュール100の筐体を兼ねても良い。

#### 【0027】

次に、各部材の接合関係について説明する。

先ず、放熱体50の内底面には、はんだ層91を介して素子側金属ベース配線基板1が固定される。この素子側金属ベース配線基板10の配線層13上には、半導体素子20のドレイン電極22がはんだ層92により接合される。また、放熱体50の凸部51上には、はんだ層95を介して端子側金属ベース配線基板40が固定される。そして、半導体素子20のソース電極23ははんだ層93を介して板状リード30の電極接合部31に、端子側金属ベース配線基板40の配線層43は、はんだ層94を介して板状リード30の端子接合部32にそれぞれ接合される。こうして、ソース電極23とソースパタンである配線層43とは板状リード30によって電気的に接続される。

#### 【0028】

そして、本実施例では、薄肉部からなる低剛性部33により板状リード30に作用する熱応力が緩和され、結果的に電極接合部31等でのクラックや剥離の発生が防止され、半導体モジュール100全体の信頼性が向上する。また、低剛性部33は変形し易いため、板状リード30を素子側金属ベース配線基板10や端子側金属ベース配線基板40に接合するのも容易である。

#### 【0029】

(第2実施例)

第1実施例の低剛性部33を、薄肉部から狭幅部とした低剛性部233をもつ板状リード230を図2(a)に示す。板状リード230以外の部分は、第1実施例と同様であるので説明を省略する(以下、同様)。

図2(a)のもの以外にも、図2(b)に示すような、内部を部分的に打抜いた低剛性部233'としても良い。打抜く孔の数は複数でも良いし、その孔の形状は矩形状でも円形状でも長円状でも何でも良い。

### 【0030】

#### (第3実施例)

第1実施例の低剛性部33を、薄肉部から蛇腹状のベローズ部とした低剛性部333をもつ板状リード330を図3に示す。

### 【0031】

#### (第4実施例)

第1実施例の低剛性部33を、薄肉部から網目状のエキスパンド部とした低剛性部433をもつ板状リード430を図4に示す。

前述した板状リードはいずれもプレス加工等により容易に成形可能であるが、予め用意した低剛性部の両端に接合部を溶接等して板状リードを製造しても良い。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例である半導体モジュールの要部断面図である。

【図2】第2実施例である板状リードの平面図である。

【図3】第3実施例である板状リードの斜視図である。

【図4】第4実施例である板状リードの斜視図である。

### 【符号の説明】

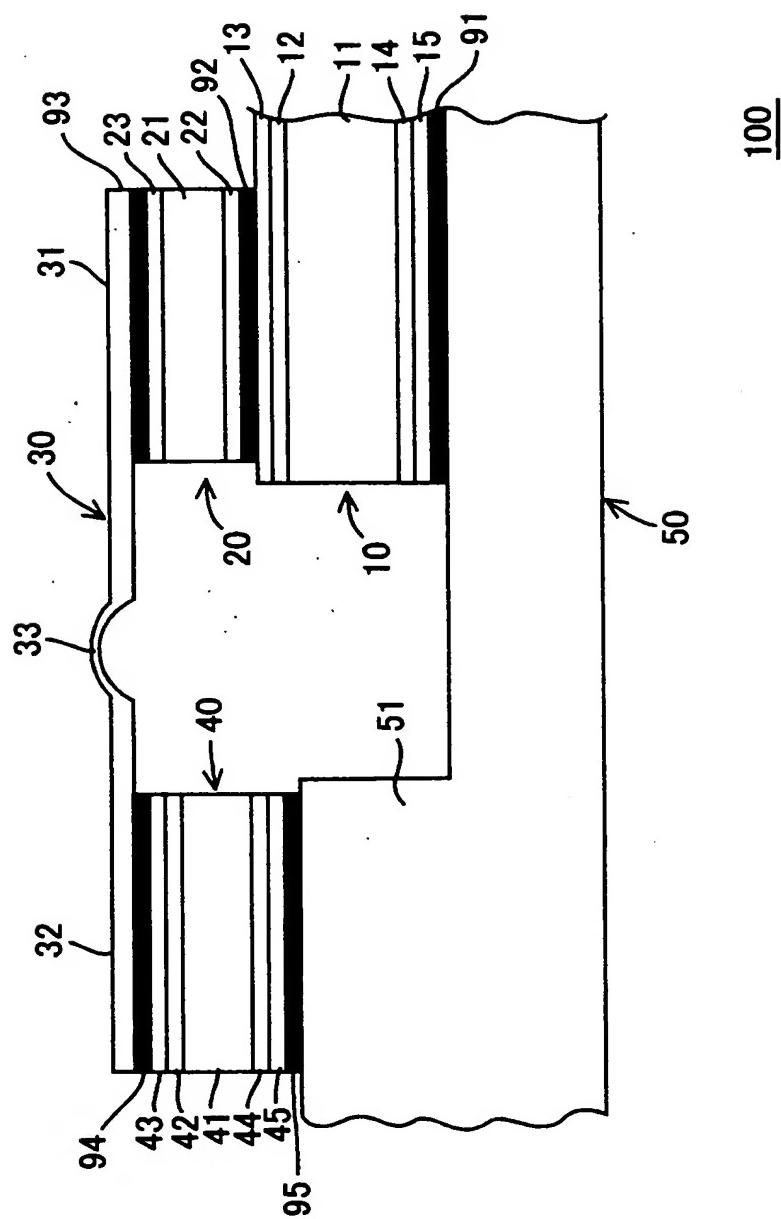
- |     |                  |
|-----|------------------|
| 1 0 | 素子側金属ベース配線基板(基板) |
| 2 0 | 半導体素子            |
| 3 0 | 板状リード            |
| 3 1 | 電極接合部            |
| 3 2 | 端子接合部(配線接合部)     |
| 3 3 | 低剛性部             |

- 4 0 端子側金属ベース配線基板
- 4 3 配線層（配線部）
- 5 0 放熱体
- 1 0 0 半導体モジュール

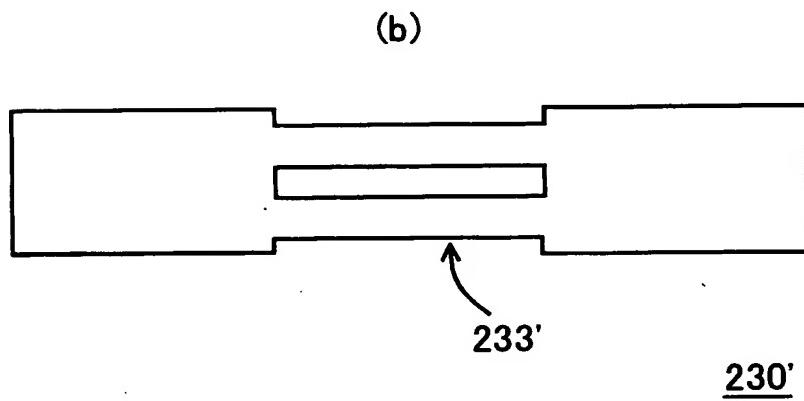
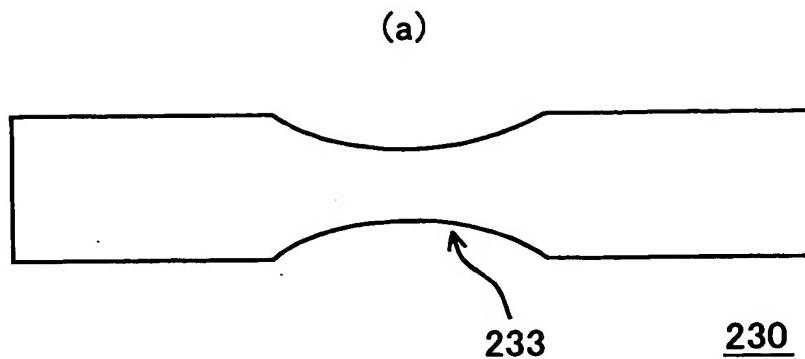
【書類名】

図面

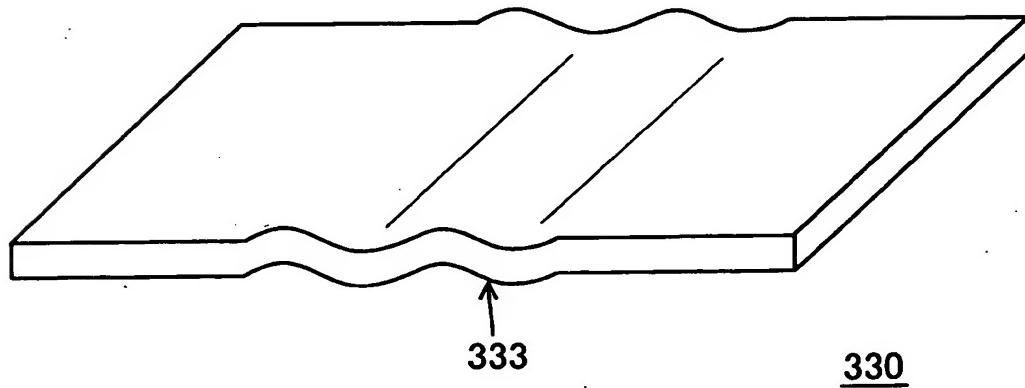
【図 1】



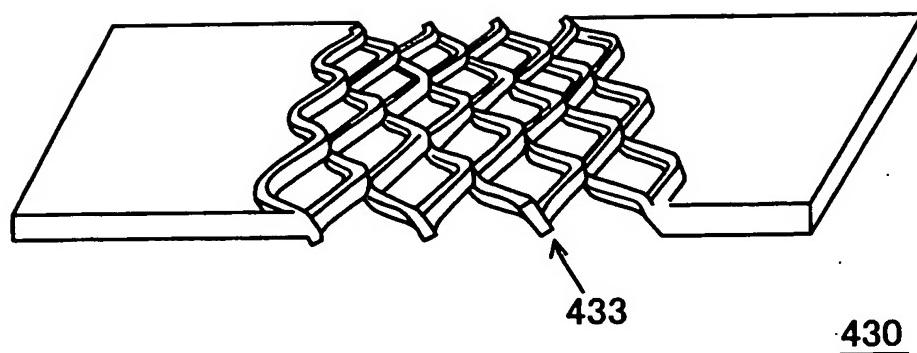
【図 2】



【図 3】



【図4】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】半導体素子の電極の配線性やその接合部の信頼性に優れる半導体モジュールを提供する。

【解決手段】本発明の半導体モジュールは、基板（10）上に搭載された半導体素子（20）の電極（23）と、その半導体素子の外部にある配線部（43）とを板状リード（30）で接続する半導体モジュール（100）であって、

前記板状リードは、前記電極に接合される電極接合部（31）と、前記配線部に接合される配線接合部（32）と、これら接合部間の少なくとも一部に設けられ周囲よりも低剛性な低剛性部（33）とを備えることを特徴とする。

板状リードが変形し易い低剛性部を備えることにより、その組付が容易であり、電極接合部に加わる応力等も低減される。

【選択図】図1

特願 2002-291217

出願人履歴情報

識別番号 [000003218]

1. 変更年月日 2001年 8月 1日

[変更理由] 名称変更

住 所 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地  
氏 名 株式会社豊田自動織機